矩阵在计算机三维图形变换中的应用

马丽丽　张光辉　李杏粉

（石家庄铁道学院　河北石家庄　050043）

摘要：论述如何利用矩阵的变换性质实现计算机的三维图形变换，主要是通过平移、缩放和旋转三种基本变换的组合来实现的，利用矩阵可以使图形处理高速化。

关键词：平移　缩放　旋转

中图分类号：0151.21　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1673-1816(2008)03-0042-06

1　引言

三维图形图象的处理，显示和形体构造需要使用三位几何变换，这些变换是通过基本的平移，缩放和旋转组合而成的，每一个变换都可以表示为矩阵变换的形式，通过矩阵的相乘或连续可以构造复杂的变换。

2　矩阵与图形变换

计算机对图形的处理，经常用到各种变换，若用解析式表示坐标变换，计算过程和缩放程序都很复杂，用矩阵表示图形的坐标变换，特别是复合变换就显得比较简单，利用矩阵进行计算，可使图形处理高速化。

事实上，对于一个空间图形，图形上每一个点都对应着唯一的坐标（x,y,z），它的标准化齐次坐标为一个四维的向量。

设 T 为 4×4 变换矩阵：$T=\begin{pmatrix} a & d & g & p \\ b & e & h & q \\ c & f & i & r \\ l & m & n & s \end{pmatrix}$，其各元素的性质为：$a,b,c,d,e,f,g,h,i$ 产生比例，反射，旋转，错移变换，l,m,n 产生沿 x 轴，y 轴，z 轴的平等移动。p,q,r 产生透视变换，s 产生全比例变换。

利用变换矩阵 T 可以对三维坐标进行各种变换，其基本关系式为：

$(x,y,z,1)\begin{pmatrix} a & d & g & p \\ b & e & h & q \\ c & f & i & r \\ l & m & n & s \end{pmatrix}=(x_1,y_1,z_1,w)$，变换后的坐标为：$\left(\frac{x_1}{w},\frac{y_1}{w},\frac{z_1}{w},1\right)=(x_1,y_1,z_1,1)$。

收稿日期：2008-06-25

作者简介：马丽丽（1982-），女，汉，河北保定人，学士，助教，研究方向数值分析、数学应用。

一般地，对图形作平移变换的变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\1&m&n&1\end{pmatrix}$，其中 l,m,n 分别沿 x 轴，y 轴，z 轴的方向的平移量，其坐标关系式为：$(x,y,z,1)\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\1&m&n&1\end{pmatrix}=(x+1,y+m,z+n,1)$。

对图形作比例变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}a&0&0&0\\0&e&0&0\\0&0&i&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$，$a,e,i$ 分别表示坐标 x,y,z 的放大率，其坐标关系为：$(x,y,z,1)\begin{pmatrix}a&0&0&0\\0&e&0&0\\0&0&i&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=(ax,ey,iz,1)$，当 a,e,i 均等于 1 时，则变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&s\end{pmatrix}$，这时 T 产生全比例变换，其中 s 为整个图形的放大率，当 $s\succ1$ 时整个图形缩小，当 $s\prec1$ 时整个图形放大。对图形作错移变换的变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}1&d&g&0\\b&1&h&0\\c&f&1&0\\0&0&0&s\end{pmatrix}$ 对图形作关于 xoy 平面的反射变换的变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&-1&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$ 将图形绕 x 轴旋转角 α 的变换矩阵为：

$T=\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&\cos\alpha&\sin\alpha&0\\0&-\sin\alpha&\cos\alpha&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$ 将图形绕 y 轴旋转角 α 的变换矩阵为：$T=\begin{pmatrix}\cos\alpha&0&-\sin\alpha&0\\0&1&0&0\\\sin\alpha&0&\cos\alpha&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$

如果要对图形连续施行几种变换，则它的变换矩阵就是几个相应变换后矩阵的乘积，如对点 A（x,y,z）先作比例变换，然后再绕 y 轴旋转角 α，则新旧坐标关系为：

$$(x,y,z,1)\begin{pmatrix}a&0&0&0\\0&e&0&0\\0&0&i&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\cos\alpha&0&-\sin\alpha&0\\0&1&0&0\\\sin\alpha&0&\cos\alpha&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=(x^*,y^*,z^*,1)$$

3　利用矩阵进行三维图形变换

设三维空间中任意一点的齐次坐标 $p(x,y,z,1)$，作三维图形得到的点的齐次坐标为

$p'(x',y',z',1)$可得下面三维图形几何变换矩阵。

3.1 平移变换

平移变换可将制指定形体从当前位置移到一个新的位置，而不改变其方向和大小。

$$p'=(x',y',z',1)=p(x,y,z,1)\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\D_x&D_y&D_z&1\end{pmatrix}=P\cdot T(D_x,D_y,D_z)$$

式中，D_x,D_y,D_z分别是沿x轴，y轴，z轴方向上的平移量，图1是三维平移变换示意图。

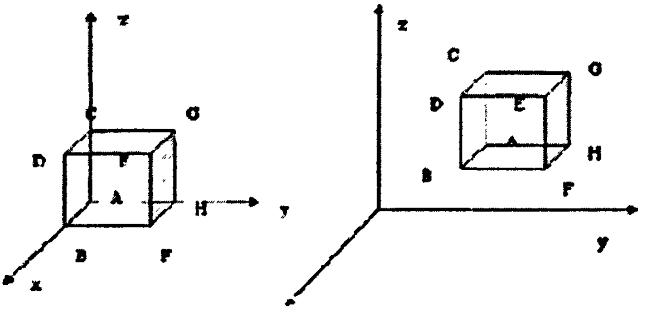

图1　三维平移变换示意图

3.2 比例变换

比例缩放变换指定形体的大小，该比例变换以坐标原点为参考点，上式中的分别是沿x轴，y轴，z轴方向上的缩放比例，图2是以坐标原点为参考点的三维比例变换示意图。

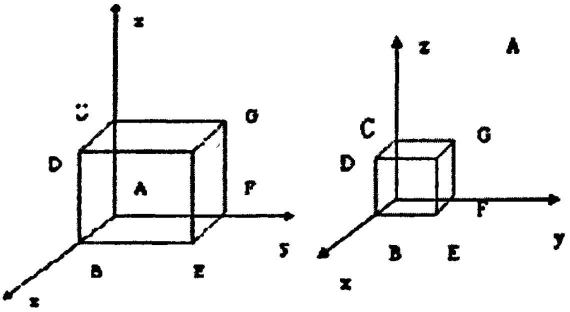

图2　三维比例变换示意图

如果要以三维空间中的任意一点(x_0,y_0,z_0)为参考点作比例变换，先平移至原点作比例变换后再平移回到点(x_0,y_0,z_0)，比例变换矩阵为：

$$s=\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\-x_0&-y_0&-z_0&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}s_x&0&0&0\\0&s_y&0&0\\0&0&s_z&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_0&0&0&0\\0&y_0&0&0\\0&0&z_0&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}s_x&0&0&0\\0&s_y&0&0\\0&0&s_z&0\\(1-s_x)x_0&(1-s_y)y_0&(1-s_z)z_0&1\end{pmatrix}$$

3.3 旋转变换

三维旋转变换是指空间形体绕坐标轴旋转角，旋转的正方向通常按右手定则确定，即右手拇指指向转轴方向，其余四指指向便是旋转角θ的正角（如图3)。旋转变换后形体的大小和形状不发生变化，只是空间位置相对原位置发生了变化。

绕 x 轴旋转：$p'=(x',y',z',1)=(x,y,z,1)\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&\cos\theta&\sin\theta&0\\0&-\sin\theta&-\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=P\cdot R_{x(\theta)}$，其中 θ 为图形绕 x 轴旋转的角度；

绕 y 轴旋转：$p'=(x',y',z',1)=(x,y,z,1)\begin{pmatrix}\cos\theta&0&-\sin\theta&0\\0&1&0&0\\\sin\theta&0&\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=P\cdot R_{y(\theta)}$，其中 θ 为图形绕 y 轴旋转的角度；

绕 z 轴旋转：$p'=(x',y',z',1)=(x,y,z,1)\begin{pmatrix}\cos\theta&\sin\theta&0&0\\-\sin\theta&\cos\theta&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}=P\cdot R_{z(\theta)}$，其中 θ 为图形绕 z 轴旋转的角度。

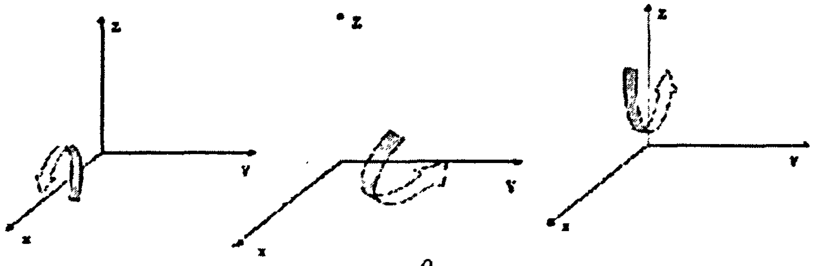

图 3　旋转角 θ 的正角图

4　旋转矩阵

设 $o-x_ly_lz_l$ 和 $o-x_ky_kz_k$ 是以 o 为同一原点的不同坐标系，对应的基向量分别为 $\vec{e}_l$ 和 $\vec{e}_k$，则同一矢量可以用两种不同的基表示出来。$\vec{a}=\vec{e}_l^{\,T}\cdot\vec{\alpha}^{(L)}=\vec{e}_k\cdot\vec{\alpha}^{(K)}$，其中 $\vec{\alpha}^{(L)}$，$\vec{\alpha}^{(K)}$ 为向量 $\vec{\alpha}$ 的坐标阵列，右边等式的两边用 $\vec{e}_1$ 点乘，得到：$\vec{\alpha}^{(L)}=A_{lk}\cdot\vec{\alpha}^{(K)}$，其中 A_{lk} 为 3×3 标量矩阵，定义为：$A_{lk}=\vec{e}_l\cdot\vec{e}_k^{\,T}=\left(a_{ij}\right)_{3\times3}$，由此式可以判断，相同元素之间的旋转矩阵为三阶单位单位矩阵，即 A_{ll}（或 A_{kk}）$=E$，并且 $A_{lk}^{-1}=A_{kl}=A_{lk}^{T}$ 于实际情况符合。 我们用以下算例来实现旋转阵的应用：

例 4.1　　螺线 $r(t)=\begin{pmatrix}\cos t\\\sin t\\t\end{pmatrix}$，螺线在 $t=0$ 点基本三棱形的三个基向量分别为：

$\alpha_0=\left(0,\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$，$\beta_0=(-1,0,0)$，$\gamma_0=\left(0,-\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$，在任意点 t 的基本三棱形的三个

基向量分别为：$\alpha(t)=\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\sin t,\frac{\sqrt{2}}{2}\cos t,\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$，$\beta(t)=(-\cos t,-\sin t,0)$，$r(t)=\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\sin t,-\frac{\sqrt{2}}{2}\cos t,\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$，

旋转矩阵为：$A(t)=\begin{pmatrix}\frac{\cos t}{2}+\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2}\sin t & -\frac{\cos t}{2}+\frac{1}{2}\\ \frac{\sqrt{2}}{2}\sin t & \cos t & -\frac{\sqrt{2}}{2}\sin t\\ -\frac{\cos t}{2}+\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2}\sin t & \frac{\cos t}{2}+\frac{1}{2}\end{pmatrix}$，其中$a_{ij}$的值为螺线$t=0$点基本三棱形的第$i$个基向量和螺线在任意点$t$的基本三棱形的第$j$个基向量的点积$(i,j=1,2,3)$而

$$A_t'=\left(a'(t)\right)_{ij}=\begin{pmatrix}-\frac{1}{2}\sin t & -\frac{\sqrt{2}}{2}\cos t & \frac{1}{2}\sin t\\ \frac{\sqrt{2}}{2}\cos t & -\sin t & -\frac{\sqrt{2}}{2}\cos t\\ \frac{1}{2}\sin t & \frac{\sqrt{2}}{2}\cos t & -\frac{1}{2}\sin t\end{pmatrix}$$

5　三维图形变换的统一矩阵面

计算机绘制物体的投影图，是将三维空间的物体用二维平面上的图形来表示，因此，需要进行图形变换，而进行图形变换行之有效的方法是矩阵及其运算。常用的三维图形变换矩阵有绕Z轴的旋转矩阵s_1，绕X轴的旋转矩阵s_2，平移矩阵s_3，向y面的正投影矩阵s_4，它们分别为：

$$s_1=\begin{pmatrix}\cos\theta & \sin\theta & 0 & 0\\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix},\quad s_2=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi & 0\\ 0 & -\sin\varphi & \cos\varphi & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix},\quad s_3=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ l & m & n & 1\end{pmatrix},$$

$s_4=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$其中$\theta$，$\varphi$分别为绕$z$轴和$x$轴旋转的角度，$l,m,n$为平移参数

6　计算机三维变换使用矩阵

Direct 3D 使用矩阵来执行 3—D 变换（3—D Transformations）,解释了矩阵是如何来建立三维变换。描述了一些变换的基本用法以及如何通过矩阵合并来完成复杂的变换，平移 Translation,旋转 Rotation.，缩放 Scaling。

在 Direct 3D 程序中，平移矩阵也可以使用 D3dutil.cpp 矩阵中的 Translate 辅助函数来创建此矩阵，下面的例子展示了 Translate 函数的源码：

```
D3DMATRIX Translate(canst float dx. Const float dy. Const float dz)
{
  D3DMTR x ret=identity Matrix();
  Ret(3. 0)=dx;
```

```
    Ret(3. 1)=dy;
    Ret(3. 2)=dz;
    Return=ret;
    } end of Translate()
```

使用 D3dutil.cpp 文件中的 Rotate x 和 Rotate y 和 Rotate z 辅助函数来创建放置矩阵，下面是 Rotate x 函数的代码：

```
D3DMATRIX.Rotatex(const float rads)
{ float    const sine;
 const =cos(rads);
 sine   =sin(rads);
D3DMATRIX ret=identity Matrix();
Ret(1 .1)=consine;
Ret(2 .2)=consine;
Ret(1 .2)=-sine;
Ret(2 .1)=sine;
Rerurn ret;
 }//end of Rotatx()
```

7 结语

上述推导出的计算机三维图形变换，怎样利用矩阵的变换性质，可以通过平移比例变化和旋转三种基本变换的组合来实现，尤其是它的旋转变换需要知道旋转角和旋转轴。

（责任编辑　张宇平）

参考文献：

[1]王汝传.计算机图形学[M].北京:人民邮电出版社,2002.180～189
[2]何援军.计算机图形学[M].北京:机械工业出版社,2006.87～91
[3]焦永广.计算机图形学教程[M].北京:理工大学出版社,2001.109～114
[4]孙家广.计算机图形[M].北京:清华演出版社,1998
[5]李新友.计算机图像综合技术[M].北京:机械工业出版社,1997
[6]杨钟潘.微型计算机绘图及其程序设计[M],1987
[7]上海交通大学.计算机制图[J].北京:高等教育出版, 1985.138～166

The Application of Matrix to 3D Computer Graphics Transformation

Ma Lili　Zhang Guanghui　Li Xingfen

(Shijiazhuang Railway Institute　Shijiazhuang　Hebei　050043　China)

Absract: This paper explains how to make use of the transformable character of matrix to transform computer three-dimensional graphic. It is mainly realized by the combination of three basic transformations--translation, scaling and revolving. Computer graph processing can be accelerated by using matrix.

Keywords: translation　scaling　rotation

矩阵在计算机三维图形变换中的应用

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者：马丽丽， 张光辉， 李杏粉， Ma Lili， Zhang Guanghui， Li Xingfen
作者单位：石家庄铁道学院,河北石家庄,050043
刊名：石家庄铁路职业技术学院学报
英文刊名：JOURNAL OF SHIJIAZHUANG INSTITUTE OF RAILWAY TECHNOLOGY
年，卷(期)：2008，07(3)
被引用次数：0次

参考文献(7条)

1. 王汝传 计算机图形学 2002

2. 何援军 计算机图形学 2006

3. 焦永广 计算机图形学教程 2001

4. 孙家广 计算机图形 1998

5. 李新友 计算机图像综合技术 1997

6. 杨钟藩 微型计算机绘图及其程序设计 1987

7. 上海交通大学 计算机制图 1985

相似文献(10条)

1. 学位论文 李勇 旋转、平移和缩放不变的网格参数化 2007

三角形网格曲面参数化可以看作是该网格曲面和参数域之间的一个——映射。近年来，网格参数化的研究已经取得了一定的进展，出现了很多参数化方法。网格参数化的理想目标是参数域中的网格和原始网格在拓扑上同构并且不存在任何失真。网格参数化是计算机图形学中的一个重要研究方向，它在纹理映射，网格重新化，CAD模型的修复及仿真等领域有着广泛的应用。

本文在分析以往网格参数化方法的基础上，针对参数化的对象存在不规则网格，可能存在星形多边形的情况，提出了一种新的旋转、平移和缩放不变的参数化方法。具体工作如下：

1．提出了一种新的能量最小化参数化方法，该方法综合考虑了两种新的能量E<,Q>和E<,M>。原始网格经本文的方法参数化后，不仅避免了在参数域中出现三角形重叠现象和能量权值溢出情况，而且具有旋转、平移和缩放不变性。对单边界网格(该网格只有一条封闭的边界曲线)的参数化，本文首先采用自然边界条件进行参数化，并仅保留原始网格的边界参数化坐标；然后采用本文的能量最小化参数化方法对原始网格的内点进行参数化；最后逐步优化能量权值，以达到最优的参数化结果。实验结果表明，该优化后的能量最小化参数化方法具有很低的失真和良好的稳定性。

2．对于封闭网格的参数化，本文将其切割成大小基本对称的两个单边界网格，然后分别对这两个单边界网格进行参数化以达到对整个封闭网格进行参数化的目的。

3．将所提出的参数化方法应用到纹理映射中，用对原始网格参数化后的参数化坐标定义纹理坐标进行纹理映射。

本文用大量的实验数据验证了本文参数化方法的有效性。实验结果表明原始网格经本文的参数化方法参数化后，具有很低的失真、良好的视觉效果及稳定性。

2. 会议论文 曾文锋.李树山 基于仿射变换模型的图像配准中的平移旋转和缩放 2000

本文讨论了二维仿射变换的平移旋转和缩放等特性.通过对可见光波段和红外波段的图像采用特征级配准,以边界作为特征进行相关运算,求出边界对应关系,建立仿射变换模型,按照最大相关原则自适应确定最佳配准参数k、 θ 及△x和△y.给出了运用仿射变换模型的实验结果,表明该模型可有效解决图像配准中的平移旋转和缩放.

3. 学位论文 金志泉 基于平移/缩放模式的图像生成方法的研究 2009

大图像浏览和处理是近年来信息可视化领域中迅速发展起来的一项具有重要科研意义和实用价值的崭新技术。在一般大型卫星云图、医疗、科学探测等应用领域，图片本身拍摄环境由于受气候影像比较大，得到的图片噪声比较大。
本文对目前已有的多种图像处理技术和浏览技术的主要思想、实现方法、实现效果等方面作了深入细致的研究和分析，尤其是对其中较典型的技术，如正交小波变换、回归参数去噪、中值滤波去噪、基于速率的缩放平移技术做了实践验证。同时，本文从浏览最终效果的角度和技术实现的角度分别对这些技术中存在的优缺点进行了对比和讨论。在研究中我们发现，当前的去噪模型通常采用参数回归模型，其中包括线性回归模型和非线性回归模型，该方法最大的优点在于回归结果可以外延，但其缺点也不可忽视，就是回归形式一旦固定，就比较呆板，往往拟合效果较差。非参数回归从相反的角度出发，其回归函数形式是不确定的，这样虽然使得结果的外延出现困难，但是可以收到较好的拟合效果。此外，基于速率的缩放平移技术图像浏览，不仅能够为焦点图像提供适当的背景信息，而且它所采用的可视化表示形式非常适合人们获取信息的特点。但该技术在具体的技术实现上不够全面，既不能保证可视化表示的结构具有一致性，也不能使可视化表示具有良好的显示效果。针对这一情况，本文实现了采用非回归参数来进行图像去噪的方法，同时采用一个能够对可视化表示动态跟踪调节的虚拟相机，用于补充其他浏览技术在实现上的不足。并通过实践证明:非回归参数在图像去噪方面有很好的拟合效果，虚拟相机自动追踪技术能使图像具有良好的浏览效果。

4. 期刊论文 何冰.王晅.赵杰.HE Bing.WANG Xuan.ZHAO Jie 基于不变矩的抗旋转、缩放、平移鲁棒性数字水印 -计算机工程与应用2010,46(1)

目前的数字图像水印对于加噪、滤波、JPEG压缩攻击具有很好的鲁棒性但抗几何类攻击仍是对数字图像水印的一个巨大挑战.将水印嵌入到图像中的不变域中,这是一种比较好的方法.然而,由于嵌入水印的原始图像和受到几何攻击后(RST变换)的图像尺度大小发生了改变,这就使得水印的嵌入和检测之间失去了同步,从而导致水印检测的失败.为了解决图像尺度大小在水印嵌入和检测时发生改变的问题,提出了一种使用零像素值模板背景图像和不变矩抗旋转、缩放、平移鲁棒性数字水印.通过零像素值模板背景图像代替图像尺度大小归一化,同时使用几何不变矩来设计水印和检测水印.经过仿真实验证明,该方法对于普通的加噪、滤波、JPEG压缩攻击具有很好鲁棒性的同时,对于旋转、缩放、平移等攻击也具有很好的鲁棒性,是一种简单、实用、可靠的数字水印方法(使用的仿真软件:Matlab 7.1).

5. 期刊论文 褚彦军.唐硕.CHU Yan-jun.TANG Shuo 攻防对抗仿真中的二维全局态势显示系统 -火力与指挥控制

2010,35(6)

与三维视景仿真相比,在攻防对抗仿真系统中采用正投影的二维态势显示更有利于准确了解全局态势.以GDI+为开发工具,Visual C++为开发语言,研究开发了一种通用的二维态势显示系统,以数字地图为显示背景,以线条勾划的符号代表仿真实体,实现了实体运动轨迹的绘制以及二维态势的动态自动平移和缩放.同时实现了与基于HLA的分布交互仿真系统的集成.

6.期刊论文 曾文锋.李树山.王江安.ZENG Wen-feng.LI Shu-shan.WANG Jiang-an 基于仿射变换模型的图像配准中的平移、旋转和缩放 -红外与激光工程2001,30(1)

文中讨论了二维仿射变换的平移、旋转和缩放等特性。对可见光波段和红外波段图像采用基于特征的配准，以边界作为特征进行相关运算，求出边界对应位置的关系，建立仿射变换模型，按照最大相关原则自适应确定最佳配准参数k、θ、Δx和Δy，能够实现图像的自动配准。并利用实际可见光与红外图像给出了运用仿射变换模型的实验结果，表明该模型可有效解决图像配准中的平移、旋转和缩放。

7.期刊论文 吴昌富 浅谈图形转换方法的选择与精度分析 -科技资讯2010,""(18)

本文主要介绍基于AUTOCAD(.dwg格式)的图形在两个不同坐标系之间的图形转换,通过对坐标及面积误差进行精度分析,为图形转换方法的选择提供数学依据.

8.学位论文 李昌利 数字水印：算法实现及系统分析 2004

数字成像技术的飞速发展、数字媒体的日益容易获取及功能日益强大的、可以用来处理数字媒体的软件工具使得媒体的安全成为一个很重要的课题.数字水印技术作为一个有望解决多媒体数据知识产权保护的手段被提出来,在学术界和产业界一直是一个研究热点.在该论文中,我们首先给出了数字水印技术的应用领域、基本要求、系统框架及和其它学科的紧密联系.接着对文献中的算法进行了分类,介绍了一些典型算法,分析了研究进展.还讨论了水印系统的容量、水印的最优解码器和检测器结构及系统协议.在第三章中,我们首先详细介绍了水印去除攻击、密钥攻击及协议攻击.去同步攻击很难对付,依然是一个悬而未决的课题.我们把注意力放在去同步攻击上,给出了文献中的各种应对策略,并分析了各自的优缺点.在第四章中,我们提出一种基于图像内容的高容量水印算法.水印有选择性地嵌入在那些标准方差小于8-邻域方差均值的8×8块内,嵌入强度因子由图像局部内容确定.在水印检测阶段,不需要未嵌入水印的原始的图像,因而是盲算法.仿真结果表明算法在高容量的同时有较好的健壮性.最后我们对论文进行了总结,回顾了一年多来的研究心得和体会,阐述了数字水印技术面临的发展瓶颈,并提出了建议.总的说来,作者对数字水印技术持谨慎和观望的态度,建议今后不要投入过多的精力.

9.期刊论文 康鸿雁.Kang Hongyan 一种快速绘制、缩放、平移曲线的实现方法 -电脑学习2005,""(3)

就工业控制曲线的绘制、缩放、平移的实现进行了分析,用相对简单的方法实现了快速绘制、无失真缩放、平滑移动曲线,并用VC++编程实现.

10.学位论文 李权波 利用傅立叶变换相位信息实现图像平移同步的研究 2006

目前，大多数图像水印所面临最大的问题就是几何攻击，而几何攻击又以仿射变换为主。由于几何攻击会引起水印的失步，从而导致无法正确地检测出水印。图像的傅立叶变换具有很好的旋转、缩放和平移特性，这些特性为解决图像水印的几何攻击提供了可能。

本文主要是研究了如何利用图像傅立叶变换的平移特性来对抗平移攻击，提出了一种由粗到精的平移同步方法。该方法只需要利用原始图像6个频率点的相位就可以实现图像由粗到精的平移同步。此外，还结合图像傅立叶变换的旋转和缩放特性提出了一种水印图像抗几何攻击的方法。

实验结果表明，这种由粗到精的平移同步方法在JPEG压缩、加性噪声和中值滤波等的影响下仍然能够有效地估计到图像的平移参数，而且这种方法结合图像傅立叶变换的旋转和缩放特性也可以对水印图像进行旋转、缩放和平移(RST)同步。

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_sjztlgczyjsxyxb200803010.aspx
授权使用：电子科技大学(cddzkjdx)，授权号：f671c539-82b1-4922-8422-9e34016a811d

下载时间：2010年11月20日